جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره‌چهارم، زمستان۱۳۹۱

صص ۱۲۹-۱۱۳

تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیری مساکن شهری در برابر خطر بلایای طبیعی (مطالعه موردی: مساکن شهر اصفهان)

علی زنگی آبادی- استادیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

زهرا اسماعیلیان[۱]- استادیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری، مؤسسه غیرانتفاعی جهاددانشگاهی اصفهان، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۱/۲۵ تاریخ تصویب:۱۳۹۲/۲/۲۸

چکیده

امروزه در کشور ما شهرنشینی رشد فزاینده‌ای یافته و هر ساله در کشور شاهد پیدایش شهرهای جدیدی هستیم. نظر به این که ایران به دلیل شرایط خاص طبیعی و جغرافیایی خود، همواره در معرض خطر بلایای طبیعی بوده و حوادث ناگواری را تجربه کرده است، به نظر می‌رسد که برنامه‌ریزی جهت مصون‌سازی هرچه بیشتر مساکن شهری ضرورت دارد. هدف پژوهش حاضر شناسایی وضعیت آسیب‌پذیری مساکن شهر اصفهان در برابر خطر بلایای طبیعی و اولویت‌بندی شاخص‌های مورد بررسی بوده است. نوع تحقیق به صورت پیمایشی، تحلیلی و مبتنی بر مشخصات کمّی و کیفی مساکن شهر اصفهان است و جامعه آماری را مساکن شهر اصفهان تشکیل داده و روش و طرح نمونه‌برداری به صورت نمونه‌برداری احتمالی بوده است. در این راستا مساکن مناطق ١٤گانهٔ شهر اصفهان به عنوان حوزهٔ آماری انتخاب گردید و داده‌های مورد نیاز جهت مطالعه شامل داده‌های فضایی (شبکهٔ معابر محدوده به تفکیک عرض، واحدهای تفکیکی در مقیاس قطعات ملکی، انواع کاربری‌ها شامل اطلاعات لازم از جمله مساحت قطعات، نوع کاربری و...) و داده‌های آماری و توصیفی (نوع کاربری، تعداد طبقات، نوع سازه، تراکم ساختمانی، تراکم جمعیّتی تعداد خانوار در واحد مسکونی، تعداد جمعیّت هر واحد مسکونی، کاربری‌های خطرناک، عمر سازه‌ها، سال تأسیس بنا و...) بود. پس از جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز، پایگاه اطلاعاتی لازم در محیط نرم‌افزاری SPSS تشکیل شد. حجم نمونه به صورت نمونه‌گیری احتمالی با استفاده از فرمول کوکران با سطح اطمینان ۹۵/۵، تعداد ۳٤۰ نمونه محاسبه شد و در نهایت با مقایسهٔ آسیب‌پذیری وضع موجود در مناطق ١٤گانه شهر، شاخص‌های آسیب‌پذیری مسکن اولویت‌بندی گردید. نتایج پژوهش نشان داد که میزان آسیب‌پذیری مساکن شهر در برابر خطر بلایای طبیعی زیاد است و مشخص شد که متغیرهای «دسترسی به ساختمان»، «دسترسی به طبقات ساختمان» و «قدمت بنا» بیشترین تأثیر را در آسیب‌پذیری مساکن شهر دارند.

کلیدواژه‌ها: بلایای طبیعی، اولویت‌بندی، شاخص‌های آسیب‌پذیری، مساکن شهر اصفهان.

۱ نویسندهٔ مسئول: ۰۹۱۳۲۲۳٤٦۷۹

Email: z_esmaelian@yahoo.com

مقدمه

طبیعت، بستر مکان‌گزینی شهر و مجموعه‌های شهری و سایر فعالیّت‌های انسانی است که همواره شرایطی را بر شهرها تحمیل می‌کند. یکی از مفهوم‌های موجود در طبیعت «بلایای طبیعی» است که شامل سیل، زلزله، گردباد، توفان، آتشفشان و... می‌شود. بشر همواره در زندگی و ساخت و سازهای خود با این تهدید مواجه بوده و در طول تاریخ، این گونه حوادث را تجربه کرده و سعی در کاهش اثرات و جلوگیری از خسارت‌های جانی و مالی آن داشته است. با توجه به قرارگیری ایران بر روی کمربند زلزله آلپ – هیمالیا، کشور ایران طی قرون گذشته، ۱۳۰ زلزله به بزرگی ۷/۵ ریشتر یا بیشتر را تجربه کرده است (غفوری آشتیانی[1]، ۱۹۹۹: ٤). امروزه آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های انسانی نسبت به بلایای طبیعی، در نتیجه تمرکز جمعیّت و فعالیّت‌های اقتصادی در نواحی وسیع و متراکم و وضعیت نابسامان و بی‌قاعده سکونتگاه‌های ساکنان کم‌درآمد نواحی شهری و روستایی، به طور مداوم افزایش یافته است. با توجه به وسعت، جمعیّت و اهمیّت اقتصادی، سیاسی و اجتماعی شهر اصفهان و همچنین خطرات بالقوه و بالفعلی که متوجه آن است، در مقایسه با امکانات و تجهیزات مطابق استانداردهای جهانی و ویژگی‌های آستانه جمعیّتی و دامنه انواع خطر، آسیب‌پذیری مساکن شهر در برابر بحران بلایای طبیعی کاملاً ملموس و مشهود است.

در ایران، پیشینه مطالعات در زمینه بحران و مدیریت بحران در زمینه‌های طبیعی علی‌رغم اهمیّت روزافزون آن، بسیار اندک است. با این که تا کنون مطالعات گوناگونی در مورد مدیریت شهری و مدیریت بحران صورت گرفته، می‌توان گفت که تا به حال مطالعه‌ای جامع، سیستماتیک و آماری در زمینه مدیریت واحد بحران انجام نشده است.

با توجه به سابقه بروز زمین‌لرزه تاریخی در شهر اصفهان و ثبت بیش از چند صد زمین‌لرزه با بزرگی بین ۲ تا ۵ ریشتر در پژوهش‌های انجام شده توسط کارشناسان امور لرزه‌خیزی سازمان انرژی اتمی ایران طی سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۷۵ (مهاجر اشجعی،۱۳٦۰: ۱۲) و همچنین طی فعالیّت‌های پایگاه لرزه‌نگاری استان اصفهان در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۳ میلادی و نتایج به دست آمده از مطالعات مربوط به پردازش داده‌های رقومی ماهواره‌ای و انجام برداشت‌های صحرایی، چند گسل مهم با راستاهای مختلف در حواشی شهر اصفهان وجود دارد (صفایی، ۱۳۸٤: ۵۷). با این وجود عوامل متعدد دیگری نیز باعث افزایش احتمال خطر بلایای طبیعی در شهر اصفهان شده‌اند که می‌توان از آن میان موارد زیر را برشمرد: تمرکز جمعیّت، نداشتن برنامه‌های اصولی برای رویارویی با بحران‌های آتی، نبود آمادگی لازم از طرف دولت و مردم در رویارویی با بحران بلایای طبیعی، عدم رعایت قوانین و مقررات

1 Ghafory- Ashtiany

مقاوم‌سازی، وجود انبوهی از ساخت و سازهای غیر مجاز به صورت اسکان غیر رسمی، بلندمرتبه‌سازی‌های غیر مجاز و استفاده از مصالح ناسازگار در ساخت و سازهای سال‌های اخیر و بسیاری موارد دیگر. بنابراین آسیب‌پذیری بالای این شهر به مطالعات و پژوهش‌های کافی نیازمند است.

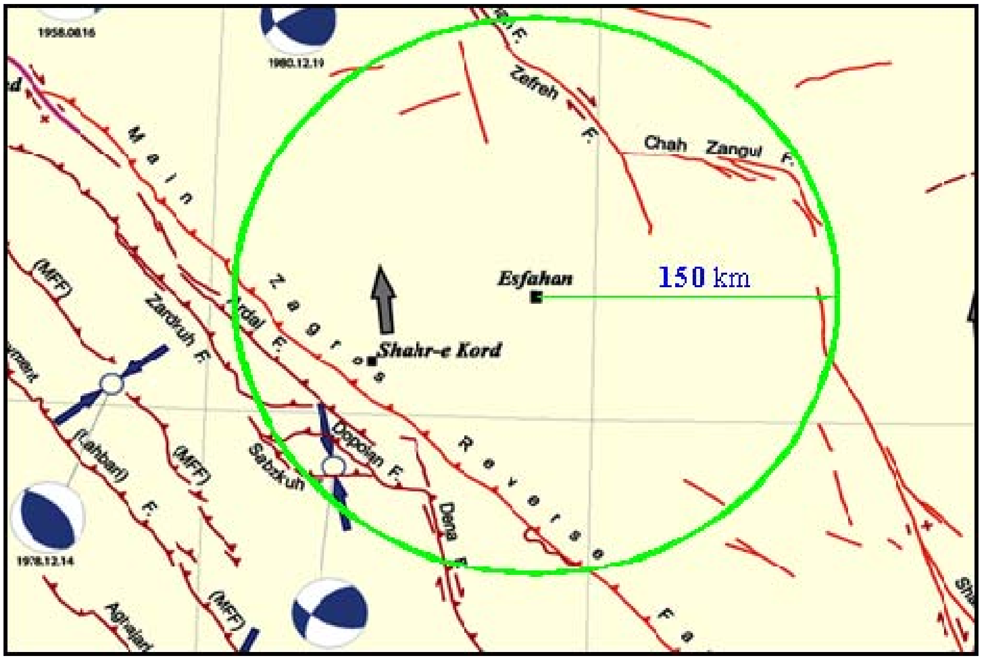
هدف این مقاله، شناخت و اولویت‌بندی شاخص‌های آسیب‌پذیری مساکن در مناطق ۱٤گانه شهر اصفهان است و می‌کوشد به این پرسش‌ها پاسخ دهد که آیا ساختار سازه‌ای مساکن شهر اصفهان عملکرد مناسبی در برابر بحران بلایای طبیعی دارد یا خیر و اولین مناطق و اولین شاخص‌هایی که در این زمینه باید مورد توجه قرار گیرند کدامند.

منطقه مورد مطالعه

قلمرو مکانی این پژوهش، مناطق چهارده‌گانه شهر اصفهان است. شهر اصفهان در مرکزیت استان اصفهان، در مسیر یکی از شاهراه‌های حیاتی کشور قرار گرفته است. این شهر آثار تاریخی ارزشمندی دارد که آن را از سایر شهرها متمایز کرده و ضرورت عنایت به مشکلات آن را دو چندان می‌سازد. شهر اصفهان با اولین نشانه‌های نوگرایی، به‌سرعت تحولاتی را تجربه کرد و بعدها با احداث اولین کارخانه ذوب آهن ایران به یک قطب صنعتی بزرگ تبدیل شد. با گذشت زمان و پس از احداث صنایع سنگین دیگری مثل کارخانجات صنعتی عظیم (کارخانه‌های پتروشیمی، فولاد، صنایع هواپیماسازی، پالایشگاه و نیروگاه) و همچنین وجود چندین دانشگاه مهم، برخورداری از پتانسیل مطلوب کشاورزی (با توجه به عبور رودخانه زاینده‌رود)، مرکزیت جغرافیایی و افزایش جمعیّت به همراه جذب مهاجرین مناطق مختلف، شهر به‌تدریج به رشدی مهارنشدنی دچار شد.

دشتِ اصفهان از نظر تقسیمات واحد زمین‌ساختی در زون سنندج- سیرجان قرار دارد که این واحد ساختمانی برای اولین بار توسط اشتوکلین (١٩٦٨) معرفی شده است. این واحد ساختمانی-رسوبی از پرتکاپوترین واحدهای ایران محسوب می‌شود و به واسطه قرارگیری بین واحدهای زاگرس رورانده و ایران مرکزی، برخی آن را جزئی از واحد زاگرس (ارتفاعات پیش زاگرس) و برخی دیگر آن را جزئی از واحد ایران مرکزی به شمار آورده‌اند (جمی، ۱۳۸۵: ۳۰).

دو پدیدۀ مهم دیگر با فاصله نسبتاً زیادی از شهر اصفهان قرار گرفته است که یکی گسل قم- زفره و دیگری روراندگی زاگرس است و هر دو دارای روند شمالی غربی- جنوب شرقی هستند. پدیدۀ مهم دیگری که با فاصله کمتری نسبت به این منطقه وجود دارد فرورفتگی گاوخونی و بالاآمدگی زاینده‌رود و گسل‌های کوچک موجود در سازندهای اطراف اصفهان است (سازمان قطار شهری اصفهان و حومه، ۱۳۸۳: ۵۰).



نقشه۱ گسل‌های اطراف شهر اصفهان

در آخرین سرشماری سال ۱۳۸۵، تعداد ۳۸۵۰۰۰ مسکن در شهر اصفهان وجود داشته که حدود ۳۸ درصد کل کاربری‌های شهر را شامل می‌شود (جدول۱) (مرکز آمار ایران، ۱۳۸۵: ۱۱۵). تعداد مسکن در شهر اصفهان به جهت افزایش طبیعی جمعیت و مهاجرت، روند رو به رشدی داشته است (جدول ۲).

جدول ۱ روند تغییرات تعداد مسکن در شهر اصفهان طی سال‌های ۸۵-۱۳۴۵

سال	۱۳۴۵	۱۳۵۵	۱۳۶۵	۱۳۷۵	۱۳۸۵
تعداد مسکن	۵۵۰۰۰	۱۰۳۵۰۰	۱۸۵۰۰۰	۲۶۶۰۰۰	۳۸۵۰۰۰

جدول ۲ مقایسهٔ مساحت و جمعیّت شهر اصفهان در طی ۶ دورهٔ زمانی متفاوت

سال	مساحت (هکتار)	جمعیت
۱۳۳۵	۱۹۷۳/۱۹	۲۵۴۷۰۸
۱۳۴۶	۳۶۳۶/۶۸	۴۲۴۰۴۵
۱۳۶۹	۱۳۸۵۵/۵۴	۱۱۲۷۰۳۰
۱۳۸۰	۱۷۴۱۲/۸۸	۱۶۲۶۳۰۷
۱۳۸۵	۱۸۲۳۸/۳۹	۱۹۸۶۵۴۲

مواد و روش‌ها

نوع پژوهش کاربردی و روش پژوهش تحلیل فضایی است و از آمار وضع موجود (شامل آمار ویژگی‌های مساکن شهر اصفهان، مشخصات کمّی و کیفی مساکن، وضعیت زمین‌شناسی و سایر آمار مربوطه) استفاده شده است. روش جمع‌آوری داده‌ها ترکیبی از روش میدانی و اسنادی است. جهت تجزیه و تحلیل آماری متغیرها نیز از روش همبستگی یا همخوانی با استفاده از نرم‌افزارهای آماری و گرافیکی استفاده شده است. از روش تحلیل استقرایی استفاده شده تا بتوان به کمک تجزیه و تحلیل آماری، مطالب به دست آمده را به مسایل بزرگ و کلّی‌تری تعمیم داد.

جمع‌آوری داده‌ها به روش میدانی و با مراجعه به محیط شهر و با بررسی مساکن شهر و سازمان‌های مختلف، از طریق جمع‌آوری، مشاهده و پرسش‌نامه صورت گرفته است. جامعهٔ آماری مورد مطالعه در فرآیند پرسشگری مساکن شهر اصفهان است.

حجم نمونه به صورت نمونه‌گیری احتمالی با استفاده از فرمول کوکران[1] با سطح اطمینان ۹۵/۵، تعداد ۳۴۰ نمونه محاسبه شده است. روش توزیع پرسش‌نامه‌ها به نحوی است که از الگوی ترکیبی سلسله مراتبی در چارچوب تقسیمات درون شهر اصفهان تبعیت می‌کند. به منظور تعیین پایایی ابزار سنجش با توجه به ابعاد فرعی طرح شده در پرسش‌نامه، برای هر یک از ابعاد با استفاده از روش هماهنگی درون گویه‌ها و تکنیک ضریب آلفای کرونباخ بهره گرفته شده است. با توجه به خصوصیات محدودهٔ مورد مطالعه و موضوع تحقیق، مدلی شامل هفت متغیر (فضاهای باز، تراکم جمعیّتی، ضریب اشغال بنا و تراکم ساختمانی، عمر و نوع سازهٔ بنا، مساحت قطعات، دسترسی، همجواری با سایر کاربری‌های آسیب‌رسان) برای بیان آسیب‌پذیری در برابر بلایای طبیعی مورد توجه قرار گرفته است. بیان ریاضی این مدل به شرح زیر است:

$$\text{آسیب‌پذیری} = F(k_1, k_2, \dots k_7)$$

k_1، k_2،... و k_7 عوامل مؤثر در آسیب‌پذیری هستند. یعنی آسیب‌پذیری تابعی از متغیرهای k_1 تا k_7 است.

ابزار تجزیه و تحلیل در این تحقیق، بیشتر مبتنی بر فنون آماری و گرافیکی است:

فنون آماری مورد استفاده عبارتند از:

- ضریب همبستگی رگرسیون
- گروه‌بندی متغیرها با استفاده از فاکتور آنالیز (تحلیل عاملی).

---

1 $$1+\frac{1}{N}\left(\frac{T^2pq}{d^2}-1\right)$$

$$N=\frac{T^2pq}{d^2}=485/7\cong 490$$

$T=2$ $d=0.05$ $p=0.7$ $N=444552$

$q=0.3$

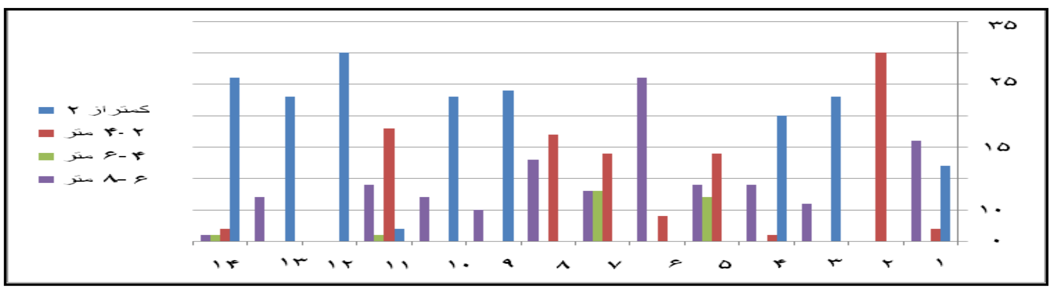
بحث و نتایج

نگاهی گذرا به شاخص‌های آسیب‌پذیری مسکن مؤثر در بحران بلایای طبیعی شهری

در زیر عوامل اصلی مؤثر انتخاب شده در ادبیات جهانی آمده است که می‌تواند در تحلیل آسیب‌پذیری مسکن مؤثر باشد.

وضعیت دسترسی به ساختمان در مناطق

اهمیّت این شاخص به این دلیل است که سهم کل معابر مجاور مسکن در تحلیل آسیب‌پذیری اهمیت دارد. برای بررسی این شاخص ساختمان‌هایی که در کنار معابر بالای ۸ متر بوده‌اند خوب، بین ۸–٤ متر متوسط، و زیر ٤ متر و کوچه بن‌بست ضعیف تعریف شده‌اند. بر اساس تحلیل آماری، مناطق ۹ و ۳ از نظر دسترسی به ساختمان بدترین وضعیت را دارند. با توجه به نمودار۱، که وضعیت عرض معابر در مناطق را نشان می‌دهد، درصد معابر با عرض بالای ۸–٦ متر در مناطق بسیار پایین بوده، در مناطق ۳، ۱۳، ۱۲ و ١٤ به پایین‌ترین حد می‌رسد. بنابراین مساکن دارای عرض معبر کمتر از ٤ متر و کوچه بن‌بست در این مناطق بیشتر از سایر مناطق است.



شکل۱ وضعیت عرض معابر در مناطق مسکونی (ارقام به درصد)

نحوه استقرار ساختمان در زمین

ترکیب توده و فضا یا نحوهٔ استقرار ساختمان در زمین، در بافت بسیار مهم است. با کم شدن فضای بین ساختمان‌ها و بیشتر شدن پیوستگی بافت‌ها، آسیب‌پذیری افزایش می‌یابد (ناطقی[1]،۲۰۰۰: ٦۹). هرچند نحوه استقرار ساختمان در زمین ناشی از نحوه قطعه‌بندی طرح‌های تفصیلی و تفکیک زمین است، اما بر اساس مطالعات، در مناطق شهر اصفهان درصد مساکن یک طرف آزاد بالاتر است که پیوستگی بافت مناطق شهر را نشان می‌دهد.

وضعیت قرارگیری مساکن در کوچه بن بست

با بالارفتن درجهٔ محصوریت و ریختن آوار در خیابان در اثر زلزله و یا مشکلات سایر بلایای طبیعی، انسداد بیشتر خواهد شد و در نتیجه در سرعت و نحوهٔ گریز و پناه و امدادرسانی به هنگام بحران تأثیرگذار خواهد بود (رمضانی گورابی، ۱۳۷۳: ۱۲٤). جهت مطالعه این متغیر در مناطق شهر اصفهان، عرض معابر و تعداد کوچه‌های بن‌بست در

1 Nateghi

مناطق به دست آمد و سپس میانگین عرض معابر محاسبه شد. مناطق با میانگین عرض معابر **٥** متر با آسیب‌پذیری ٤، مناطق با میانگین عرض معابر ٦ متر با آسیب‌پذیری ۳، مناطق با میانگین عرض معابر ۸ متر با آسیب‌پذیری ۲ و مناطق با میانگین عرض معابر۱۰ متر با آسیب‌پذیری ۱ مشخص شده‌اند (ناطقی، ۲۰۰۱: ١٦٥).

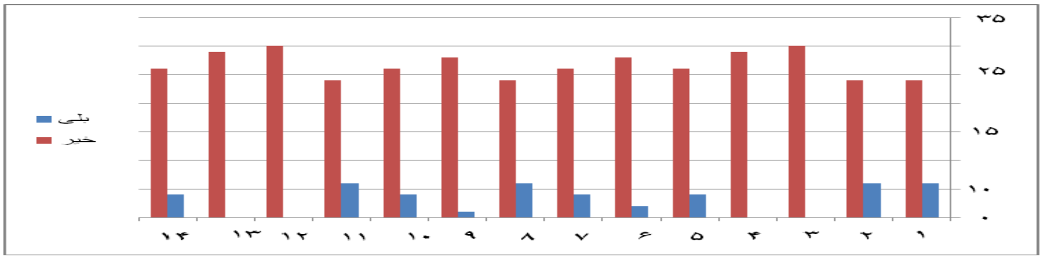
جدول۲ رابطهٔ بین عرض معبر و قرار گرفتن مساکن در کوچه بن بست (ارقام به تعداد)

مناطق	کمتر از ۲ متر	٤–۲ متر	٦–٤ متر	۸–٦ متر	۱۰–۸ متر	بیشتر از ۱۰ متر	تعداد کوچه بن‌بست	میانگین عرض معابر	میزان آسیب‌پذیری
۱	۱	٥	۱٤	۷	۳	٦	٤	٥	٤
۲	۰	۰	٤	۲۲	٦	٦	۲	٥	٤
۳	۳	۸	۱٤	۸	۳	۳	۱	٥	٤
٤	۱	٥	۷	٥	٥	۱۱	٦	٥	٤
٥	۷	۱٥	۱۰	۱	۳	۳	۱	٦	۳
٦	۱	۸	۱۹	۷	۱	۰	۰	٦	۳
۷	۱	۳	٤	۱٦	۱۰	۲	٤	٦	۳
۸	۰	۰	۱۱	۲۳	۲	۱	۲	٦	۳
۹	۰	۲	٥	٦	۳	۰	۱٤	٦	۳
۱۰	۰	۳	۱۳	۱۱	۹	٤	۰	٥	٤
۱۱	٦	۱۷	۱۰	٥	۰	۲	۱	٥	٤
۱۲	۷	۳۱	۲	۰	۰	۰	۰	٦	۳
۱۳	٥	۲٥	۹	۱	۰	۰	۰	٦	۳
۱٤	۷	۳۱	۲	۰	۰	۰	۰	٦	۳
جمع	۳۹	۱٥۳	۱۲٤	۱۱۲	٤٥	٤۷	۳٥	—	—

وضعیت ساختمان از نظر داشتن راه اضطراری

وضعیت ساختمان از نظر داشتن راه اضطراری به هنگام گریز، پناه، تخلیه و امدادرسانی نقش مهمی دارد چرا که حجم بیشتری از بازماندگان یا گروه‌های امدادگری می‌توانند منتقل شوند (مونتایا و لرنا[1]، ۲۰۰٦: ۳۱٦). بررسی وضعیت مساکن شهر اصفهان از نظر دسترسی به راه اضطراری (نمودار ۲) نشان می‌دهد که تقریباً در هیچ یک از مناطق شهر، مساکن راه خروج اضطراری ندارند و فقط درصد کمی از مساکن در مناطق ۸، ۲، ۱ و ۱۱ نسبت به سایر مناطق دارای راه اضطراری هستند.

1 Montoya & Lorena



شکل۲ وضعیت ساختمان از نظر داشتن راه اضطراری (ارقام به درصد)

وضعیت مسکن از نظر داشتن نقشه سازه‌ای و نقشهٔ معماری

بر اساس تحلیل انجام شده، درصد قابل توجهی از مساکن در اکثر مناطق نقشهٔ سازه ندارند. در واقع شاید در طراحی ساختمان به مشخصات سازه‌ای بنا از نظر مقاومت در برابر بلایای طبیعی توجه شود ولی در اجرا به بعضی از نکات حساس که هزینه زیادی ندارد، توجه نمی‌شود که این امر می‌تواند خسارات زیادی به بار آورد.

میزان تقارن هندسی پلان ساختمان

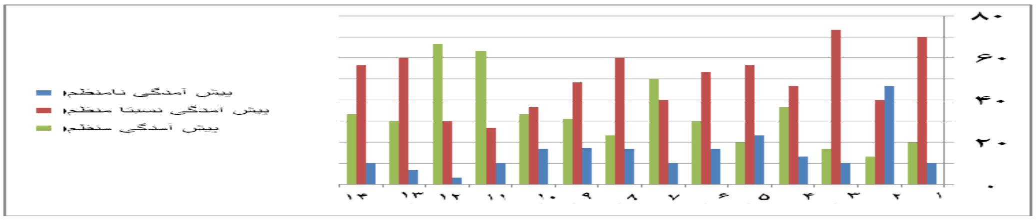
عدم تقارن در پلان معماری، غالباً باعث ایجاد پیچش می‌شود. یکی از علایم این نوع خسارت، تغییر شکل ستونِ گوشه ساختمان در یک سمت و خرابی کمتر ستون‌های میانی است (مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۷۸: ٤۲). بر اساس بررسی انجام شده در جدول ۳، پلان نامنظم در مناطق ۱۰، ۲ و ١٤، و پلان نسبتاً منظم در اکثر مناطق درصد بسیار بالایی را نشان می‌دهد.

جدول ۳ میزان تقارن هندسی پلان ساختمان در مناطق (ارقام به درصد)

مناطق	پلان نامنظم	پلان نسبتاً منظم	پلان منظم
۱	١٦/٧	٦٦/٧	١٦/٦
۲	٤٦/٧	٣٦/٧	١٦/٧
۳	۱۳/۳	٥٦/٧	۳۰
٤	١٦/٧	٥٣/٣	۳۰
٥	٢٣/٤	٤٣/٣	۳۳/۳
٦	٦/٧	٦٦/٧	٢٦/٧
٧	۱۰	٦٦/٧	۲۳/۳
٨	۳/۳	٧٦/٧	۲۰
٩	١٧/٢	٤٤/٨	٣٧/٩
۱۰	۳۰	٥٠	۲۰
۱۱	١٦/٧	٥٠	۳۳/۳
۱۲	٦/٧	۲۳/۳	۷۰
۱۳	۱۳/۳	٤٠	٤٦/٧
١٤	٢٦/٦	٦٦/٧	٦/٧

میزان رعایت پیش‌آمدگی در پلان ساختمان

هرچند وظیفه انتقال بارهای ساختمان بر عهده اعضای باربر است، عدم رعایت پیش‌آمدگی در پلان ساختمان می‌تواند تأثیر زیادی بر عملکرد نیروهای وارده بر سازه داشته باشد (تی. اس. چاچر و دیگران[1]، ۲۰۰۰: ۱۸۳).

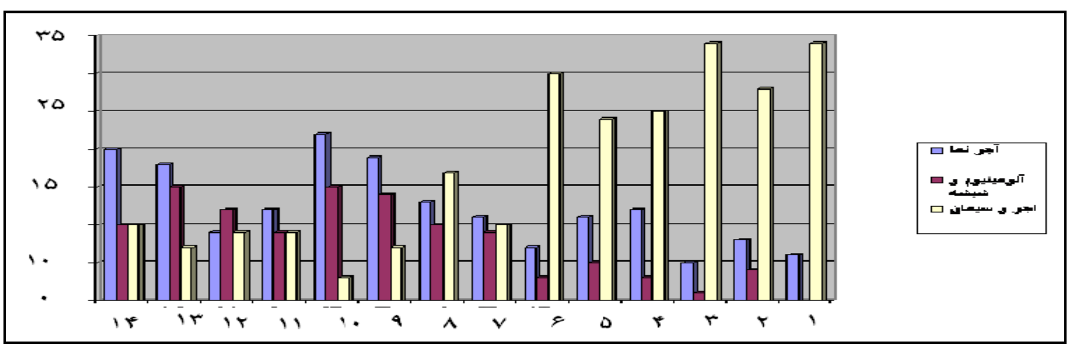


شکل ۳ میزان رعایت پیش‌آمدگی در پلان ساختمان در مناطق شهر (ارقام به درصد)

بر اساس نمودار ۳، پیش‌آمدگی نامنظم به ویژه در مناطق ۲ و ۵ و پیش‌آمدگی نسبتاً منظم در اکثر مناطق با درصد بالایی دیده می‌شود. عکس ۵-۳ نیز نمونه‌ای از پیش‌آمدگی در پلان ساختمان را نشان می‌دهد.

وضعیت نمای ساختمان

مصالح نما باید در اتصال کامل با ساختمان باشند. چون سقوط این عناصر می‌تواند خطرات زیادی برای افرادی که در کنار ساختمان در حال عبور و مرور هستند، ایجاد کند. در سالیان اخیر استفاده از نمای شیشه بسیار چشمگیر است. بر اساس نمودار ٤، مناطق ٦، ٥ و ۲ بیشترین مساکن دارای نمای آلومینیوم و شیشه هستند و آسیب‌پذیرترین مناطق به شمار می‌روند.



شکل ٤ میزان خطر نمای مسکن به تفکیک مناطق (ارقام به درصد)

1 T. S. Chacher & Others

وضعیت طول مجاز بالکن‌ها در مساکن شهر

طول مجاز بالکن‌های سه طرف باز نباید از ۱/۲۰ متر و بالکن‌های دو طرف باز از ۱/۵۰ متر بیشتر باشـد و طـره[1] می‌بایست به خوبی در سقف طبقه مهار شود (قائد رحمتی، ۱۳۸۷: ۱۲۵). با توجه به این توضـیح، آمـار مسـاکن شـهر نشان می‌دهد از بین مساکنی که بالکن دارند، مناطق ۱۳، ۱۲، ۹، ۵ و ١٤ بیشترین تعداد مساکن دارای بـالکن در حـد غیر مجاز را در خود دارند.

وضعیت رابطه بین تعداد طبقات ساختمان با تعداد طبقات واحد مجاور

در هنگام زلزله، ارتعاش غیر هم‌فاز ساختمان‌های مجاور که فاصله کافی از یکدیگر ندارنـد، باعـث برخـورد بـین آن‌ها می‌شود که به این پدیده ضربه گفته می‌شود (غفوری، ۱۹۹۹: ٤۷). به دلیل این کـه سـاختمان‌هـای مجـاور هـم معمولاً دارای مشخصات دینامیکی مختلف هستند برخورد بین آن‌ها به وجود می‌آید. در حالت کلـی، ارتعـاش غیـر هم‌فاز باعث برخورد بین دو ساختمان مجاور هم می‌شود (مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۷۸: ۵۲). بر اساس جدول ٤، اکثر ساختمان‌های یک طبقه در مجاورت ساختمان‌های یک، دو و سه طبقـه، سـاختمان‌هـای دو طبقـه در مجاورت ساختمان‌های یک، دو، سه و چهار طبقه، ساختمان‌های سه طبقه در مجاورت ساختمان‌های دو، سه، چهار، پنج و شش طبقه و ساختمان‌های چهار، پنج و شش طبقه در مجاورت ساختمان‌های دو، سـه، چهـار، پـنج و شـش طبقه قرار گرفته‌اند.

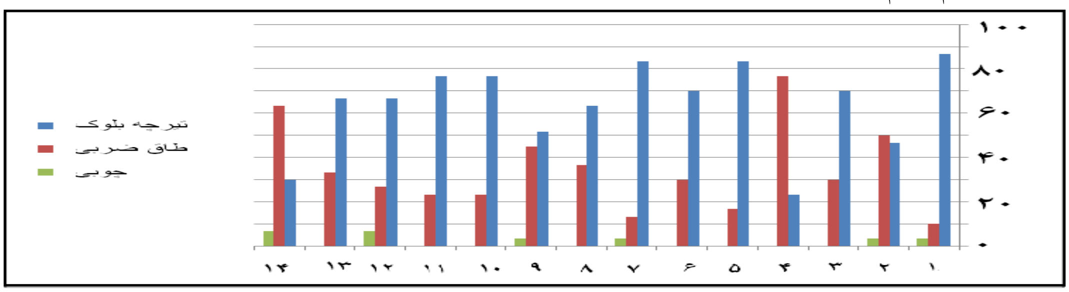
جدول٤ رابطه بین تعداد طبقات واحد مسکونی با تعداد طبقات واحد مجاور (ارقام به تعداد)

تعداد طبقات ساختمان مجاور / تعداد طبقات ساختمان	۱ طبقه	۲ طبقه	۳ طبقه	٤ طبقه	٥ طبقه	٦ طبقه و بیشتر	مجموع
۱ طبقه	٦٤	۳۷	۹	٥	۰	۰	۱۱٦
۲ طبقه	٤۸	۹٥	۲۲	٥	۰	۰	۱۷۰
۳ طبقه	۱۲	۳۱	۲۷	٦	۲	۲	۸۰
٤ طبقه	٥	۱۰	٦	۹	۰	۱	۳۱
٥ طبقه	۰	۲	۲	۳	٤	۰	۱۱
٦ طبقه و بیشتر	۰	۱	۰	۲	۳	٤	۱۰
مجموع	۱۲۹	۱۷٦	٦٦	۳۰	۱۰	۷	٤۱

۱ طره یا تیر سرکش در ساختمان‌سازی به تیر یا عضو افقی گفته می‌شود که یک سرش بر پایه‌ای متکی و سر دیگرش از بدنهٔ بنا بیرون نشسته باشد (قائد رحمتی، ۱۳۸۷: ۱۲۵).

وضعیت سقف مسکن در شهر

در مساکن سنتی ساخته شده از خشت و گِل، سقف‌های گنبدی (با پـلان مربـع) و یـا نـیم اسـتوانه‌ای (بـا پـلان مستطیل) بدون هیچ گونه عنصر متصل‌کننده کششی یا مهاری روی دیوار قرار گرفتـه‌انـد و ایـن امـر آسـیب‌پـذیری مساکن را زیاد می‌کند (نعیم واوشک سرایی، ۱۳۷٤: ۳۲). با توجه به نمودار ۵، درصـد بـالایی از مسـاکن دارای سـقف تیرچه و بلوک هستند. این مورد در صورتی که با فقدان تکیه‌گاه‌های مطمئن برای سقف و مصالح سنگین با مقاومـت نسبی بسیار کم (عدم مقاومت در کشش اعمال شده) همراه باشد، آسیب‌پذیری مساکن را بالا می‌برد.



شکل ۵ بررسی وضعیت سقف مسکن در مناطق (ارقام به درصد)

یکی از عوامل اصلی فرو ریختن مساکن هنگام وقوع زلزله، عدم یکپارچگی بین دیوار و سقف و در نتیجـه عـدم تشکیل یک سیستم مقاوم سه بعدی است (تی. اس. چاچر و دیگران، ۲۰۰۰: ۱٦۳). مطالعه ایـن مـورد نیـز وضـعیت بسیار نامطلوب مساکن را نشان می‌دهد؛ به نحوی که نزدیک به ٦۰ درصد از مساکن تیرهای سقف مستقیماً بـر روی دیوار قرار گرفته‌اند. شکل ٦ نمونه‌ای از قرارگیری تیرهای سقف مستقیماً بر روی دیوار را نشان می‌دهد.



شکل٦ قرارگیری تیرهای سقف مستقیماً بر روی دیوار

وضعیت نسبت طول به عرض ساختمان

بر اساس دستورالعمل تحلیل آسیب‌پذیری، به طور کلی طول ساختمان نباید از سه برابـر عـرض آن تجـاوز کنـد (مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۷۸: ٦۱). جدول ۵ نشان می‌دهد که در مناطق ٦، ۱۱ و ۵ بیشترین مساکنی وجـود دارد که در آن‌ها طول بیشتر از ۳ برابر عرض است.

جدول ۵ وضعیت نسبت طول به عرض ساختمان در مناطق (ارقام به درصد)

مناطق	طول کمتر از سه برابر عرض	طول سه برابر عرض	طول بیشتر از سه برابر عرض
۱	۷۰	۳۰	۰
۲	۸۳/۳	٦/۷	۱۰
۳	۷۳/۳	۲۳/۳	۳/۳
٤	۲٦/۷	٦۰	۱۳/۳
۵	٤۰	٤۰	۲۰
٦	٤٦/۷	۳۰	۲۳/۳
۷	۲٦/۷	٦۰	۱۳/۳
۸	٤٦/۷	٤٦/۷	٦/۷
۹	۸٦/۲	۱۰/۳	۳/٤
۱۰	۳٦/۷	٤۳/۳	۲۰
۱۱	۳۰	٤٦/۷	۲۳/۳
۱۲	۹۰	۱۰	۰
۱۳	٦۳/۳	۲٦/۷	٦/۷
۱٤	۸٦/۷	۱۳/۳	۰

وضعیت تغییر یا حذف اعضای سازه‌ای

گاهی در ساختمان‌ها دیده می‌شود که تیرهای فرعی (تیرهایی که نیروی قائم تیرچه‌ها به آن انتقال داده نمی‌شود) حذف می‌شوند و یا از میلگردهای آن کاسته می‌شود. این کار باعث می‌شود که برای ایجاد ارتباط بین قاب‌های مختلف، به تیرچه‌ها نیرو وارد شود که این امر می‌تواند به تخریب تیرچه و در نهایت سقف منجر شود (نعیم واوشک سرایی، ۱۳۷٤: ۳٤). شکل ۷ نمونه‌ای از حذف اعضای سازه‌ای در ساختمان مسکونی را نشان می‌دهد.



شکل۷ حذف اعضای سازه‌ای در ساختمان مسکونی

بر اساس تحلیل جدول ٦، در اکثر مناطق تغییر اعضای سازه‌ای رقم بالاتری را نشان می‌دهد. این تغییر اعضای سازه‌ای می‌تواند شامل تغییر ستون، تغییر دیوار باربر، تغییر نقشه سازه‌ای و غیره باشد.

جدول ٦ وضعیت تغییر یا حذف اعضای سازه‌ای (ارقام به درصد)

مناطق	حذف اعضای سازه‌ای	تغییر اعضای سازه‌ای
۱	٤۱/٤	٥۸/٦
۲	٥۰	٥۰
۳	۲۰	۸۰
٤	٥٥	٤٥
٥	٤٦/۷	٥۳/۳
٦	۳۰	۷۰
۷	۳۸	٦۲
۸	٤٦/۷	٥۳/۳
۹	۰	۱۰۰
۱۰	۳۳/۳	٦٦/۷
۱۱	٥۰	٥۰
۱۲	۰	۱۰۰
۱۳	۰	۱۰۰
۱٤	۱۹/۷	۸۰/۳

وضعیت محل استقرار اجسام سنگین و تأسیسات در ساختمان

توزیع نیروی زلزله در طبقات ساختمان متناسب با وزن و ارتفاع هر طبقه است. بنابراین باید از قرار دادن بارهـا و تأسیسـات در طبقات فوقانی خودداری کرد که این کار باعث می‌شود تا مرکز جرم ساختمان در پایین‌ترین سطح ممکـن قـرار گیـرد (مونتایـا و لرنا[1]، ۲۰۰٦: ۱٦۹). بر اساس جدول ۷، وضعیت محل استقرار اجسام سنگین (تأسیسات ساختمان) در طبقات بالایی در منـاطق ۲ و ۱۱ ارقام بالاتری را نسبت به سایر مناطق نشان می‌دهد که این امر باعث بالا رفتن آسیب‌پذیری در این مناطق می‌شود.

جدول۷ وضعیت محل استقرار اجسام سنگین و تأسیسات در ساختمان مناطق شهر (ارقام به درصد)

مناطق	طبقات بالایی	طبقات میانی	طبقات زیرین
۱	۱٦/۷	۰	۸۳/۳
۲	۱۰۰	۰	۰
۳	۰	۰	۱۰۰
٤	۳۲/۳	۰	٦۷/۷
٥	٤٦/۷	۲۳/۳	۳۰
٦	۱۳/۳	۰	۸٦/۷
۷	٤٦/۷	۲٦/۷	۲٦/٦
۸	٥٦/۷	۰	٤۳/۳
۹	۰	۰	۱۰۰
۱۰	۰	۰	۱۰۰
۱۱	٦۰	۱۰	۳۰
۱۲	۰	۰	۰
۱۳	۰	۰	۱۰۰
۱٤	٥۰	۱۳/۳	۳٦/۷

1 Montoya & Lorena

وضعیت طبقه همکف از نظر داشتن کاربری تجاری و بازشوهای بزرگ

در سازه‌هایی که طبقهٔ همکف آن‌ها دارای کاربری تجاری است، ایجاد بازشوهای بزرگتر، در صورتی که بادبندها را حذف کنند باعث ایجاد طبقهٔ نرم خواهد شد و آسیب‌پذیری افزایش می‌یابد (نعیم واوشک سرایی، ۱۳۷٤: ۵۰). مطالعه این متغیر در مناطق مورد مطالعه نشان می‌دهد که مساکن دارای طبقه همکف تجاری در مناطق ۱۱، ٦ و ۱۲ بیشترین میزان، و مساکن دارای بازشوهای بزرگ بیشتر در مناطق ۵، ۱۳ و ۱۰ وجود دارد، که این امر آسیب‌پذیری را در این مناطق افزایش می‌دهد.



شکل۸ کاربری تجاری طبقه همکف، بازشوهای بزرگ وعدم رعایت نسبت طول به عرض

تحلیل میزان آسیب‌پذیری

تحلیل متغیرهای مختلف آسیب‌پذیری مساکن شهر

در ابتدا سهم و رتبهٔ هر یک از متغیرهای مختلف در میزان آسیب‌پذیری مساکن شهر تحلیل شده است، برای این کار با توجه به امتیاز پاسخگویان به هر یک از طبقات متغیرها و سپس با مجموع امتیاز حاصل از آن‌ها امتیاز هر یک از متغیرها و در نتیجه رتبه هر کدام را مشخص نمودیم (قائد رحمتی، ۱۳۸۷: ۱۰۵). از نظر آسیب‌پذیری، متغیرهای «دسترسی به ساختمان با رتبه آسیب‌پذیری ۱، دسترسی به طبقات ساختمان با رتبه آسیب پذیری ۲ و قدمت بنا با رتبه آسیب‌پذیری ۳» بیشترین تأثیر را در آسیب‌پذیری مساکن شهر دارند. وضعیت سایر متغیرها در جدول ۸ آمده است.

جدول ۸ میزان آسیب‌پذیری مساکن شهر بر اساس متغیرهای مؤثر در آسیب‌پذیری (بر اساس طیف ۱ تا ۲۵)

متغیر	طبقات متغیرها	امتیاز	امتیاز متغیر	رتبه آسیب‌پذیری
زیر بنا	کمتر از ۱۰۰	۱۰۲٤۰۰	۱۰۳۰۹۳	٤
	۲۰۰–۱۰۰	٦۹۳		
نقشه سازه		۲۱٤	۲۹	۲٤
نقشه معماری		٤۲۰۲۵	۱	۲۵
قدمت	بعد از ٦۷	۳۱٦۸٤	۱۱۵۵۳۰	۳
	٤۹ تا ٦۷	۷۷۸٤۱		
	٤۳ تا ۵۰	۵٤۷٦		
	قبل از ٤۳	۵۲۹		

عرض معبر	۲	۳۳٤۸۹	۵۷٦۳۸	۲۰
	۲–٤	۱۰٤۰٤		
	٤–٦	۲۸۹		
	٦–۸	۱۳٤۵٦		
	بن‌بست	۱	۱	۲۵
دسترسی به ساختمان	خوب	۳٦۱	۱٦۰۳٦۱	۱
	متوسط	۱٦۰۰۰۰		
دسترسی به طبقات	خوب	۱۳۹۸۷٦	۱٤۱۹۰۱	۲
	متوسط	۲۰۲۵		
رعایت فاصله	رعایت شده	۵۲۹۰۰	۸٦۷۵٦	۱۱
	رعایت نشده	۳۳۸۵٦		
بعد خانوار	۳	۱۰٦۰۹	٦۹۸٤٦	۱۷
	٤–٦	۵٤۷۵٦		
	٦–۸	٤۲۲۵		
	+۸	۲۵٦		
تعداد طبقه	۱	٦۲۵	۵۵۸۷۹	۲۱
	۲	٦۸۸۹		
	۳	۲۳۷۱٦		
	٤	۲٤٦٤۹		
تعداد واحد	۱	٤۵۷۹٦	۸۷۸۲۱	۱۰
	۲	٤۲۰۲۵		
تعداد اتاق	۱	۲۳۰٤	۷۲۲۲۹	۱٦
	۲	۲٦۲٤٤		
	۳	٤۳٦۸۱		
داشتن حیاط	دارد	٤٦۲۲۵	۸۷۸٤۱	۹
	ندارد	٤۱٦۱٦		
اسکلت	فولادی	۵٦۱٦۹	۸۹۱٦۱	۸
	آجر وآهن	۲۱۰۲۵		
	بتون	۱۵۲۱		
	آجر و آهن	۱۰۰۰۰		
	بتون	٤۹		
	آجر و آهن	۳٦۱		
	بتون	۳٦		
مصالح	سنگ آجر	۵۱۰۷٦	۷٦۲۳٦	۱٤
	سیمان	۲۳۷۱٦		
	آلومینیم شیشه	۱٤٤٤		
توپوگرافی	خاکریز	۲۳۰٤	۷۲۲۲۹	۱۵
	طبیعی	۲٦۲٤٤		
	مسطح	٤۳٦۸۱		
تقارن	نامنظم	۵٤۷٦	٦۹٦٤٤	۱۸
	نسبتاً	٤۹۲۸٤		
	منظم	۱٤۸۸٤		
پیش آمدگی	نامنظم	۲۸۹۰۰	٦۲۵٦۵	۱۹

	نسبتاً	۷۷٤٤		
	منظم	۲۵۹۲۱		
نسبت طول		٤۰۹٦	۹۹۱۱۳	۵
		۳٦۰۱		
		۹۲٤۱٦		
محل اجسام	بالا	۵۸۰۸۱	۷۷۸۸٦	۱۳
	میانی	۱۷۹۵٦		
	زیرین	۱۸٤۹		
اعضای ساز ه ای	حذف	٤۲٤۳٦	۸٦۱۱۷	۱۲
	تغییر	٤۳٦۸۱		
خدمات	کپسول	۷۳۹٦	۹۲٦۹۷	۷
	جعبه	۲۲۸۰۱		
	بیمه	٦۲۵۰۰		
مقابله	خیلی کم	۵۳۲۹	۵٤٦۵۵	۲۲
	کم	۱۹٦۰۰		
	متوسط	۲۸۵٦۱		
	زیاد	۱۱۵٦		
	خیلی زیاد	۹		
کمک‌های اولیه	خیلی کم	۷۰۵٦	۵۱۹٤۵	۲۳
	کم	۲۱۳۱٦		
	متوسط	۲۲۵۰۰		
	زیاد	۱۰۲٤		
	خیلی زیاد	٤۹		
آگاهی خانواده	آگاهی	۷۱۲۸۹	۹۳۷۸۹	٦
	عدم آگاهی	۲۲۵۰۰		

با توجه به آزمون رگرسیون در جدول ۹، ضریب تعیین (R. Square) بین دو متغیر («وضعیت کمّی و کیفی مساکن» در هر منطقه شهری و «آسیب‌پذیری در برابر بلایای طبیعی») ٦۵ درصد است؛ یعنی «وضعیت کمّی و کیفی مساکن» تنها ٦۵ درصد واریانس ایجاد شده در متغیر وابسته را تبیین می‌کند و ۳۵ درصد باقی‌مانده توسط سایر عوامل قابل پیش‌بینی است.

جدول۹ ضریب همبستگی و ضریب تعیین رگرسیون

ضریب همبستگی	ضریب تعیین R. Square	ضریب تعدیل شده	خطای معیار میانگین
.۸۰۵ [1][a]	۰.٦٤۸	۰.٦۱۸	۳۷۳۸.۷۹٤

۱ a پیش‌بینی کننده: آسیب‌پذیری در برابر بلایای طبیعی

نتیجه‌گیری

– در بررسی آسیب‌پذیری شهری در برابر بلایای طبیعی، آگاهی از کیفیت و کمیّت مساکن شهر در اولویت قرار دارد.

– مجموعه متغیرهای مورد مطالعه شامل ۲٤ متغیر است که در ۵ عامل اصلی طبقه‌بندی شده‌اند.

– سهم و رتبهٔ هر یک از متغیرهای مختلف در میزان آسیب‌پذیری مساکن شهر تحلیل شد که نتیجه به دست آمده نشان می‌دهد متغیرهای «دسترسی به ساختمان»، «دسترسی به طبقات ساختمان» و «قدمت بنا» بیشترین تأثیر را در آسیب‌پذیری مساکن شهر داشته‌اند.

References

Jami, N, 1385,The evaluation of enginery geologically in Isfahan city, MS. Thesis, Faculty of Sciences, , Isfahan University.

Khosh Nic, Z, 1382, Unorganized buildings, the view of today's city, Monthly Journal of Information Educational and Research on Urban Management and Planning, Number.48,Shahrdariha.

Ramazani Gorabi, B, 137, earth quake Geography, The collection of Articles of the eight congress of Iranian geographer, Isfahan University press.

Safaye, H, 1383, The importance of concerning the quake potential of active cracks in Esfahan region, Earth quake specific letter, Number. 15.PP.57-73.

Ghaed Rahmaty, S. 1387, The atmospheric analysis of urban buildings in return to earth quakes, Ph.D. Thesis on Geography and Urban Planning, Faculty of Humanities and Social Sciences, Isfahan University.

Kazemian, M, 1383, Epidemic's management after natural disasters, A book of abstracts of the second international congress of health, hygiene, and crisis management of unexpected disasters, Shokrawy press.

Statistical Center of Iran, Statistical Annuals of Iran in 1377, Number, 3311, Tehran press.

The center of Settlement and Structure Research,1384, The code for designing buildings in return to earth quake Number Z-253.

Mohager Ashjaee, A, 1360, Record and interpretation of local quakes and the earth quake-prone in Esfahan and Shahrekord, Special department of seismology of Organization Atomic Energy of Iran.

Adviser Engineers of Pars Naghsh-e- Jahan, 1382, Review Design of Esfahan descriptive planning

Naeem, F. & Oshak saraye, R. 1374, Constructions' plan in return to earth quakes, Gillan University press.

Ghafory-Ashtiany, M. 1999, Rescue Operation and Reconstructions in Iran, Disaster prevention and management, Volumes, Number1, MCB University ISSN 0965-3562.

Montoya Morales, Ana Lorena, 2006," Urban disaster management: A case study of earthquake risk assessment in Cartago, Cistercian", ITC &University of Utrecht.

Nateghi- A, Fariborz, 2000, Enlisting and Proposal Earthquake Disaster management Organization for Iran, Disaster Prevention and management, Volume1, Number3, MCB University, ISSN 0965-3562.

Nateghi-A, Fariborz, 2001, Earthquake Scenario for the Mega-City of Tehran, Disaster Prevention and management, Volume10, Number 2. MCB University, ISSN 0965-3562.

Paton, Douglas and Fohnston, David, 2001, Disaster and communities: Vulnerability, resilience and preparedness, disaster prevention and management, volume 10, number 4, MCB University, ISSN 0965-3562.

Tschacher, Wolfgang and Nina Jacob Shagen, 2000," Analysis of crisis intervention processes", Journal of crisis, Vol. 23, No. 2